

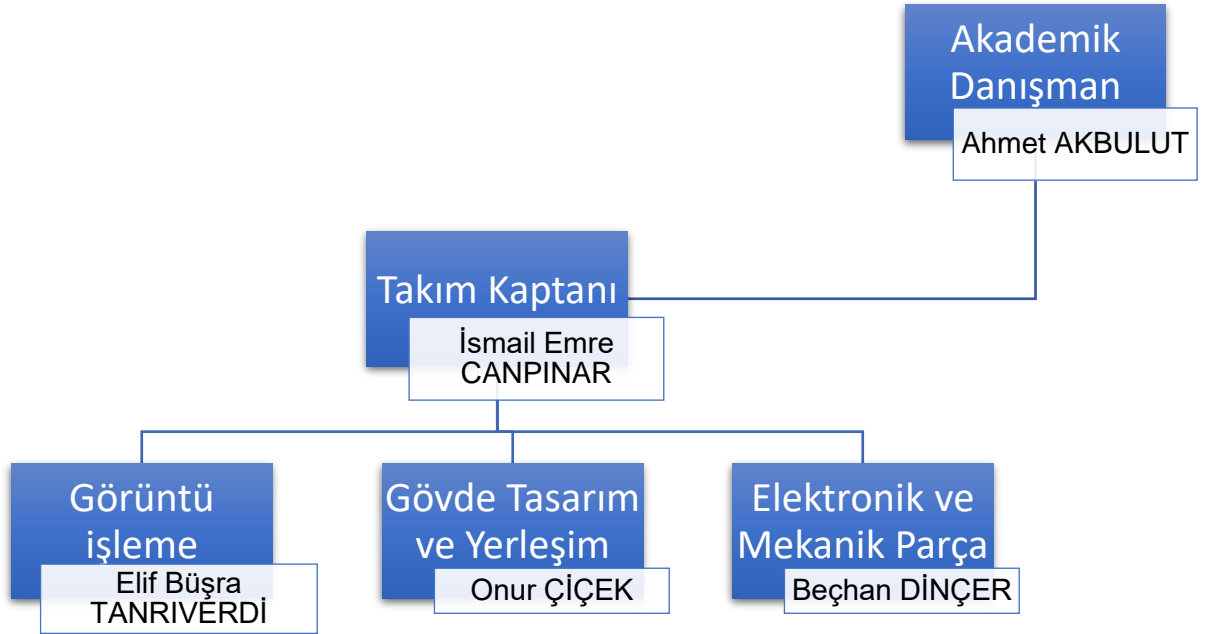


5. ULUSLARARASI İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI  
YARIŞMASI  
KAVRAMSAL TASARIM RAPORU



TAKIM ADI: KUSBEGİ
ARAÇ TÜRÜ: DÖNER KANAT
ÜNİVERSİTE: ANKARA ÜNİVERSİTESİ
AKADEMİK DANIŞMAN: AHMET AKBULUT

## 1. ORGANİZASYON ÖZETİ



### 1.1. Takım Organizasyonu

#### DR.ÖĞR.ÜYESİ AHMET AKBULUT (Akademik Danışman) :

Ankara Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesidir. İnsansız hava araçları konusunda çeşitli lisans bitirme projeleri, bir adet öğrenci odaklı BAP projesi, ve bir lisansüstü tez yönetmiştir. Bunların yanı sıra SANTEZ, TÜBİTAK, SSB ve sanayi işbirliği kapsamında özellikle ASELSAN A.Ş. ile birlikte çok sayıda projede görev almıştır.

**İSMAİL EMRE CANPINAR (Takım Kaptanı) :**

Ankara Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf öğrencisidir. Python, C# ve C++ dillerine yatkınlığı vardır. Otonom uçuş tecrübesi olup PX4 otopilotu kodlamış ve Dronekit ile yardımcı bilgisayarlar kullanarak görüntü işleme destekli otonom uçuşlar gerçekleştirmiştir. 17.Uluslararası ODTÜ Robot Günleri yarışmasında kaptanlığını yürüttüğü takım ile Otonom İHA kategorilerinin birisinde birincilik almış ve diğer kategoride mansiyon ödülünü kazanmıştır.

**BEÇHAN DİNÇER (Elektronik ve Mekanik Parça) :**

Ankara Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf öğrencisidir. Solidworks ve Autocad ile ürün tasarlamıştır. Atak helikopterin kontrol birimlerinin üretiminde yer almış ve zırhlı araçların kablolarının üretiminde görev almıştır. CAN protokolü hakkında deneyim sahibidir.

**ONUR ÇİÇEK (Göve Tasarım ve Yerleşim) :**

Ankara Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. sınıf öğrencisidir. 2019 Shell Eco Marathon Teknik Çalıştayı'na katıldı. TUSAŞ'ta sistem mühendisliği ve aviyonik sistemler hakkında eğitim aldı şu anda yine TUSAŞ'ta Sikorsky T70 projesi son montaj bölümünde stajyer olarak çalışmaktadır.

**ELİF BÜŞRA TANRIVERDİ (Görüntü İşleme) :**

Ankara Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliğinde üçüncü sınıf öğrencisidir. Yazılıma ilgi duymaktadır. MATLAB üzerinden çeşitli simülasyonlar ve yapay sinir ağları üzerinde çalışmıştır. AutoCAD üzerinden İHA tasarımları yapmıştır. C, C++, Python programlama dillerinde programlar yazmıştır ve Raspberry Pi ile çalışmıştır. Sistem mühendisliği prensiplerine göre sistem tasarımı yapmıştır ve bu konuda deneyim sahibidir.

**1.2. İş Akış Çizelgesi**

1	GÖREVLER	24.02.2020	2.03.2020	9.03.2020	16.03.2020	23.03.2020	30.03.2020	6.04.2020	13.04.2020
2	Takım içi görevlendirilmelerinin verilmesi ve organizasyonun oluşturulması	X							
3	Genel tasarımın belirlenmesi		X						
4	Konfigürasyonun belirlenmesi ve güç parçalarının seçilmesi			X					
5	İlk tasarımın oluşturulması			X					
6	Üretim araçlarının araştırılması				X				
7	İlk prototipin oluşturulması ve üretimi								
8	Hataların belirlenmesi ve hataları düzelterek modelin geliştirilmesi								
9	Kullanılacak yazılımın simülasyonu				X				
10	İlk uçuş testlerinin yapılması								
11	Otonom uçuş testlerinin gerçekleştirilmesi								
12	Yarışma düzeni kurulması								
12	ve yarışma testlerinin gerçekleştirilmesi								
	Gerekli yazılımsal ayarlamaların tamamlanması								
13	ve son ürüne ulaşma								

1	GÖREVLER	20.04.2020	27.04.2020	4.05.2020	11.05.2020	18.05.2020	25.05.2020	1.06.2020
2	Takım içi görevlendirilmelerinin verilmesi ve organizasyonun oluşturulması							
3	Genel tasarımın belirlenmesi							
4	Konfigürasyonun belirlenmesi ve güç parçalarının seçilmesi							
5	İlk tasarımın oluşturulması							
6	Üretim araçlarının araştırılması							
7	İlk prototipin oluşturulması ve üretimi							
8	Hataların belirlenmesi ve hataları düzelterek modelin geliştirilmesi							
9	Kullanılacak yazılımın simülasyonu							
10	İlk uçuş testlerinin yapılması							
11	Otonom uçuş testlerinin gerçekleştirilmesi							
12	Yarışma düzenin kurulması ve yarışma testlerinin gerçekleştirilmesi							
13	Gerekli yazılımsal ayarlamaların tamamlanması ve son ürüne ulaşma							

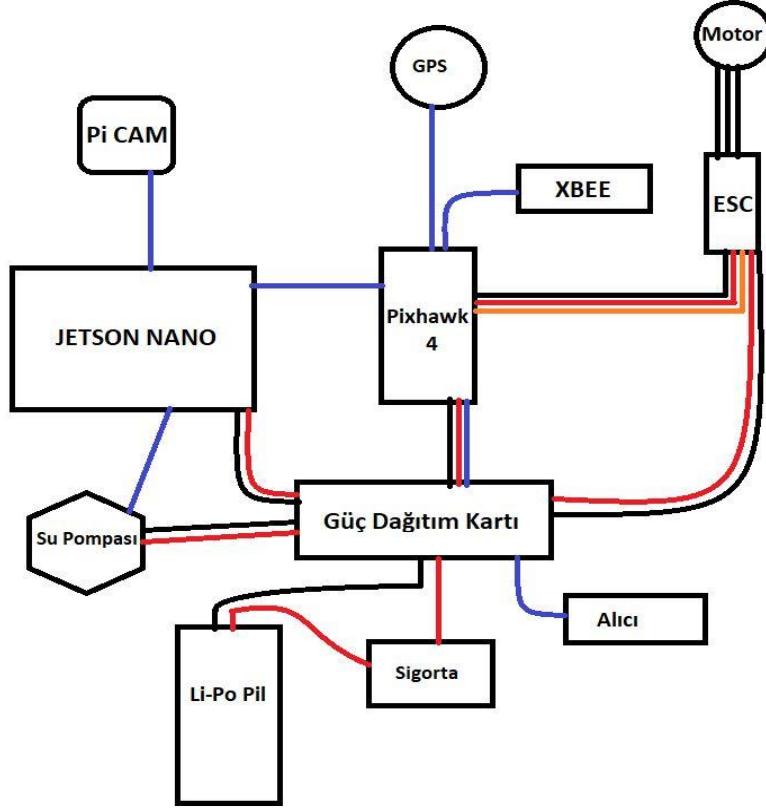
1	GÖREVLER	8.06.2020	15.06.2020	22.06.2020	29.06.2020	6.07.2020	13.07.2020	20.07.2020	27.07.2020	3.08.2020
2	Takım içi görevlendirilmelerinin verilmesi ve organizasyonun oluşturulması									
3	Genel tasarımın belirlenmesi									
4	Konfigürasyonun belirlenmesi ve güç parçalarının seçilmesi									
5	İlk tasarımın oluşturulması									
6	Üretim araçlarının araştırılması									
7	İlk prototipin oluşturulması ve üretimi									
8	Hataların belirlenmesi ve hataları düzelterek modelin geliştirilmesi									
9	Kullanılacak yazılımın simülasyonu									
10	İlk uçuş testlerinin yapılması									
11	Otonom uçuş testlerinin gerçekleştirilmesi									
12	Yarışma düzenin kurulması ve yarışma testlerinin gerçekleştirilmesi									
13	Gerekli yazılımsal ayarlamaların tamamlanması ve son ürüne ulaşma									

## 2. KAVRAMSAL TASARIM

### 2.1. Görevler İçin İHA Konfigürasyonu

Görevi yerine getirmek için en uygun döner kanatın 4 rotorlu bir X tipi olduğuna karar verilmiştir. Diğer alternatiflerine göre manevra kabiliyeti ve maliyet olarak daha üstün çok kararlı bir yapıda olmasıdır. Tek rotorlu gibi karmaşık bir pal sistemine ihtiyaç duymamakta ve 6-8 rotor kullanan döner kanatlara göre maliyet olarak daha avantajlıdır. Burada 4 rotorun seçilmesinin en büyük sebebi büyük palleri kullanabilmektir. Büyük pal ve düşük KV motorlar ile az akımla çok fazla taşıma elde edebiliyoruz. Bunun bize tek dezavantajı yüksek voltajlı (6S) pil kullanması ve bunun getireceği ağırlık farkı olacaktır.

Devre şemasının genel görünümü Şekil-1 de gösterildiği gibidir. Sistem tek bir güç kaynağı üzerinden beslenmektedir. Bu kaynak 5000 mAh 6S Li-Po pildir. Pilin çıkışında koruma amaçlı olarak bir sigorta bulunur. Bu sigorta hem akım belli bir değeri geçtiğinde kendiliğinden gücü kesebilir hem de olası bir acil durumda üzerindeki tek tuş vasıtası ile manuel olarak güç kesilebilir. Sigortadan sonra gelen güç dağıtım kartı Pixhawk 4 kontrol kartı ile beraber gelmektedir ve içerisinde voltaj düşürücüsü ile alıcı için bağlantı portu vardır. Güç dağıtım kartı sayesinde su pompası, Jetson Nano, ESC ve Pixhawk beslenebilmektedir.



Şekil-1. Devre şeması

Uçuş kontrol kartımız Pixhawk 4 olarak seçilmiştir. Bunun en büyük nedeni içerisinde güç dağıtım kartı (PDB) ile beraber gelmesidir. Bu sayede ek bir PDB yapımı ile uğraşmayacağız ve BEC (Battery eliminator circuit) ihtiyacımızı bu kart üzerinden sağlayacağız. Pixhawk 4 gelişmiş modellerden olup fiyat olarak çok abartılı fiyatlara sahip değildir. Tam bir fiyat performans ürünüdür. Görev bilgisayarımız Jetson Nano olarak belirlenmiştir. Raspberry Pi kıyasla çok daha yüksek görüntü işleme performansına sahiptir ve daha yüksek FPS (Frame per second) ile görüntü işlemeyi mümkün kılar. Bu sayede saha sık hedef kontrolü yapılmış olur ve daha keskin hareketler yapmamıza olanak sağlar. Bize sağladığı dezavantajlar ise yüksek güç tüketimi ve raspberry pi kıyasla daha fazla yer kaplamasıdır. Kamerası raspberry pi ile ortak olarak kullanılabilen Pi CAM olacaktır. Su pompası 120 Litre/saat hızına sahip basit ve küçük bir pompadır. İstenilen yüksekliğe su basabildiği test edilmiş ve görev için uygun olduğu belirlenmiştir. GPS Ublox Neo M8N standart pixhawk ile gelen modüldür. İsterleri yeteri kadar karşılamaktadır. Çekeceğimiz akım çok düşük olacağı için 30A 6S ESC kullanmak yeterli olacaktır. Telemetri modülü olarak uçtan uca şifreli XBee modülleri kullanılacaktır. Bu sayede alanda bulunun diğer takımlar ile karışma söz konusu olmayacaktır.

## 2.5. İtki ve Taşıma Hesapları

Bölüm 2.1 de bahsedildiği gibi konfigürasyonda düşük kv motorlar ve yüksek gerilim ile büyük paller tercih edildi. Tablosu Şekil-2 gibi olan “iFlight XING 4214 3-6S X-CLASS 400KV” motorları kullanılacaktır. Toplam ağırlık maksimum 4kg düşünülerek 2:1 oranına göre hesaplandığında en verimli 8kg itkiyi 14X6 pal ile bu motorlarla alabiliyoruz.

Prop (inch)	Voltages (V)	Throttle (%)	Load Current (A)	Pull(g)	Power(W)	Efficiency (g/W)	Temperature(in full throttle load 10min)
16x6	24	50%	6	1311	144.0	9.104	48C*
		60%	10	1959	240.0	8.163	
		70%	14.5	2564	348.0	7.368	
		80%	20.6	3260	494.4	6.594	
		90%	26.7	3903	640.8	6.091	
		100%	30.9	4301	741.6	5.800	
15X6	24	50%	5.1	1110	122.4	9.069	45C*
		60%	8.6	1659	206.4	8.038	
		70%	10.2	1904	244.8	7.778	
		80%	17.1	2765	410.4	6.737	
		90%	22.3	3330	535.2	6.222	
		100%	25.9	3688	621.6	5.933	
14X6	24	50%	3.9	863	93.6	9.220	45C*
		60%	6.3	1267	151.2	8.380	
		70%	9.3	1705	223.2	7.639	
		80%	12.9	2146	309.6	6.932	
		90%	17.4	2683	417.6	6.425	
		100%	19.8	2953	475.2	6.214	

Şekil-2. XING 4214 Datasheet

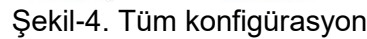
Gövdemiz henüz kesilmediğinden net bir ağırlık çıkartamıyoruz ancak yapılan hesaplamalara göre maksimum 400 gram ağırlığında olması planlanmaktadır. Motor tutucu, kollar ve iniş takımları da düşünüldüğünde 500 gram olarak hesaplanmıştır. Şekil-3 üzerinde gözüktüğü üzere su olmadan ağırlığımız 3020 gramdır. Planlanan su miktarı 500 gram olduğu için maksimum sınır ile aramızda iyi bir mesafe bırakmış oluyoruz. Her türlü problem göz önüne alınıp itki ve uçuş süresi hesabı 4 kg üzerinden yapılmıştır. Şekil-4 ile ecalc.ch hesabı gözükmektedir.

İsim	Ağırlık(gr)	Adet	Ağırlık toplam
Pi camera v2	3	1	3
Jetson Nano	250	1	250
Pil (6s)	906	1	906
Motor ( XING 4214)	213	4	852
ESC(Sunnysky BLHeli R45A)	19,3	4	77,2
Pixhawk 4	15,8	1	15,8
GPS (Çap = 5 cm)	36	1	36
Pixhawk Power Module	105	1	105
Su Pompası	64	1	64
Sigorta	200	1	200
Kollar ve iniş takımları	100	1	100
Xbee	11	1	11
Gövde Malzemesi	400	1	400
		TOPLAM	3020

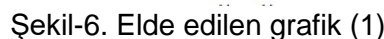
Şekil-3. Toplam ağırlık hesabı

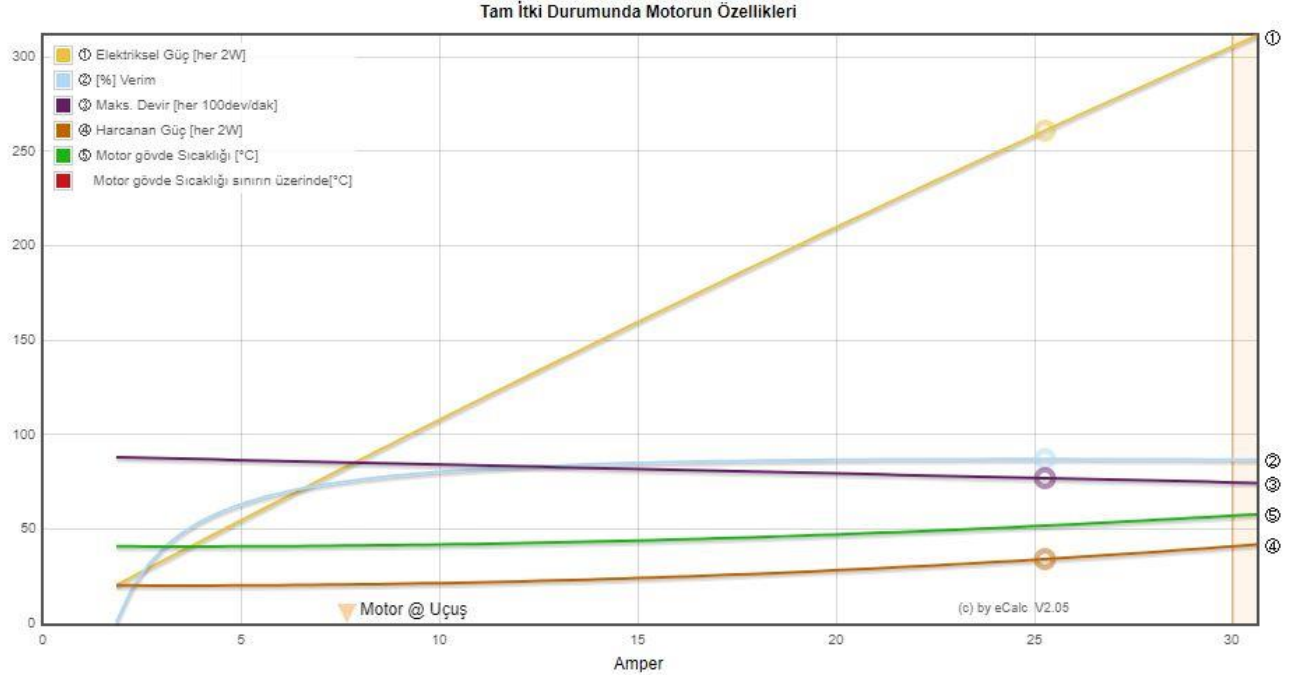


Genel	Düküürn Ağırlığı:	# Motor Sayısı:	Çerçeve Ölçüsü:	Uçuş Denetleyicisi Yatış Sınırı:	Rakım:	Hava Sıcaklığı:	Pasınç (QNH):	
	4000 g <span>Sürücü dahil</span>	4	650 mm	sınır yok	500 m ASL	25 °C	1013 hPa	
	141.1 oz	düz	25.59 inç		1640 ft ASL	77 °F	29.91 inHg	
Batarya Hücresi	Tip (Devamlı / maks. C) - şarj durumu:	Yapı:	Batarya Kapasitesi:	Maks. deşarj:	Direnç:	Gerilim:	C-Oran:	Ağırlık:
	LiPo 5000mAh - 65/100C	6 S 1 P	5000 mAh 5000 mAh toplam	85%	0.0022 Ohm	3.7 V	65 C Sürekli 100 C Maks.	140 g 4.9 oz
Denetleyici	Tip:	Akım:	Direnç:	Ağırlık:	Aksesuarlar	Çekilen Akım:	Ağırlık:	
	max 30A	30 A Sürekli 30 A Maks.	0.008 Ohm	40 g 1.4 oz				
Motor	Üretici - Tip (Kv) - Soğutma:	KV (Tork haric):	Yüksüz akım:	Sınır (15s'ye kadar):	Direnç:	Gövde Uzunluğu:	# Manyetik Kutup:	Ağırlık:
	iFlight XING X4214-400KV (400)	400 dev/dak/V	1.26 A @ 10 V	741 W	0.0526 Ohm	33 mm 1.3 inç	14	213 g 7.5 oz
Pervane	Tip - yoke twist:	Çap:	Hatve (Pitch):	# Kanatlar:	PSabiti / TSabiti:	Dişli Oranı:		
	belirsiz 0°	14 inç 355.6 mm	6 inç 152.4 mm	2	1.2 / 1.0	1 : 1	hesapla	



#### Şekil-5. Elde edilen veriler

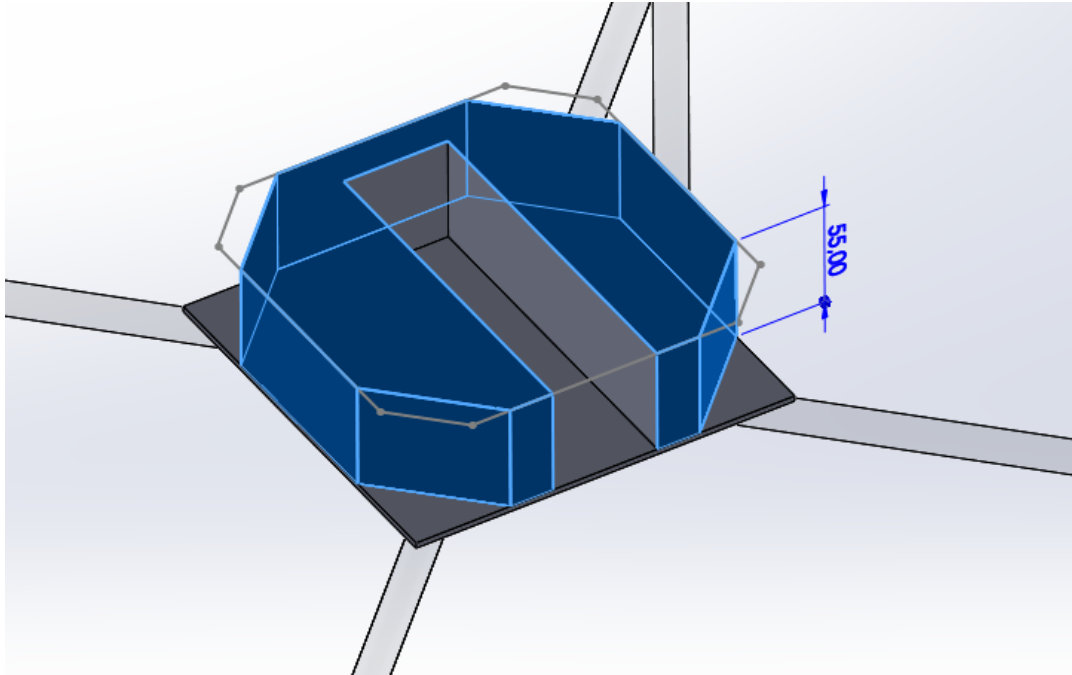




Şekil-7. Elde edilen grafik (2)

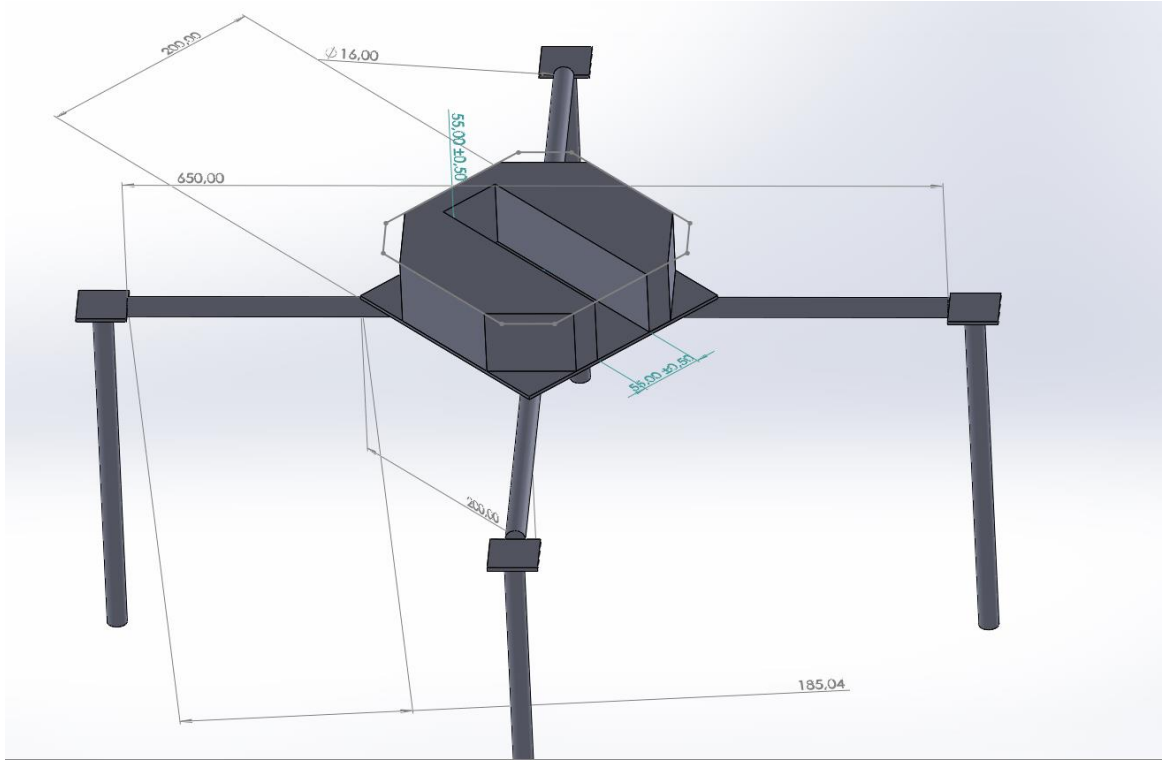
## 2.6. Görsel Tasarım Konfigürasyonu

Bölüm 2.1 de anlatıldığı gibi tasarım 2 plaka arasında bulunan su deposu ve pil yuvası ile oluşturulmuştur. Üst plaka pallerin daha rahat dönmesi için köşelerden kesilerek görsel olarak iyileştirilmiştir ve daha güvenli hale getirilmiştir. Bütün gövdeyi alt plakanın altında birleşen karbon fiber borular desteklemektedir. Şekil-8 de görüldüğü üzere su deposu gövdenin kendisini oluşturmaktadır ve üstten açılacak iki delik ile suyu doldurma ve boşaltma işlemleri gerçekleştirilecektir. Pil yuvası daha net anlaşılması için üstü açık olarak Şekil-9 da gösterilmiştir. Ana yapı Şekil-10 ve Şekil-11 de net bir şekilde görülmektedir.

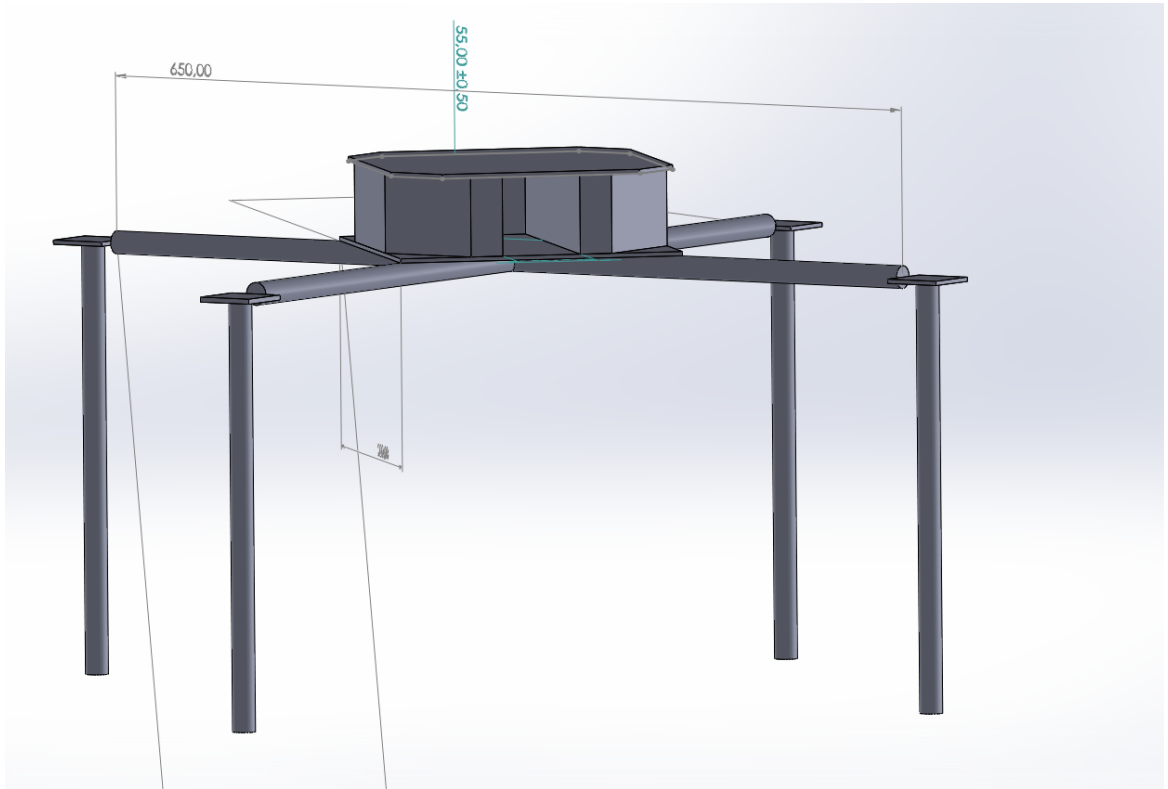


Şekil-8. Su deposu mavi renk ile gösterilmiştir

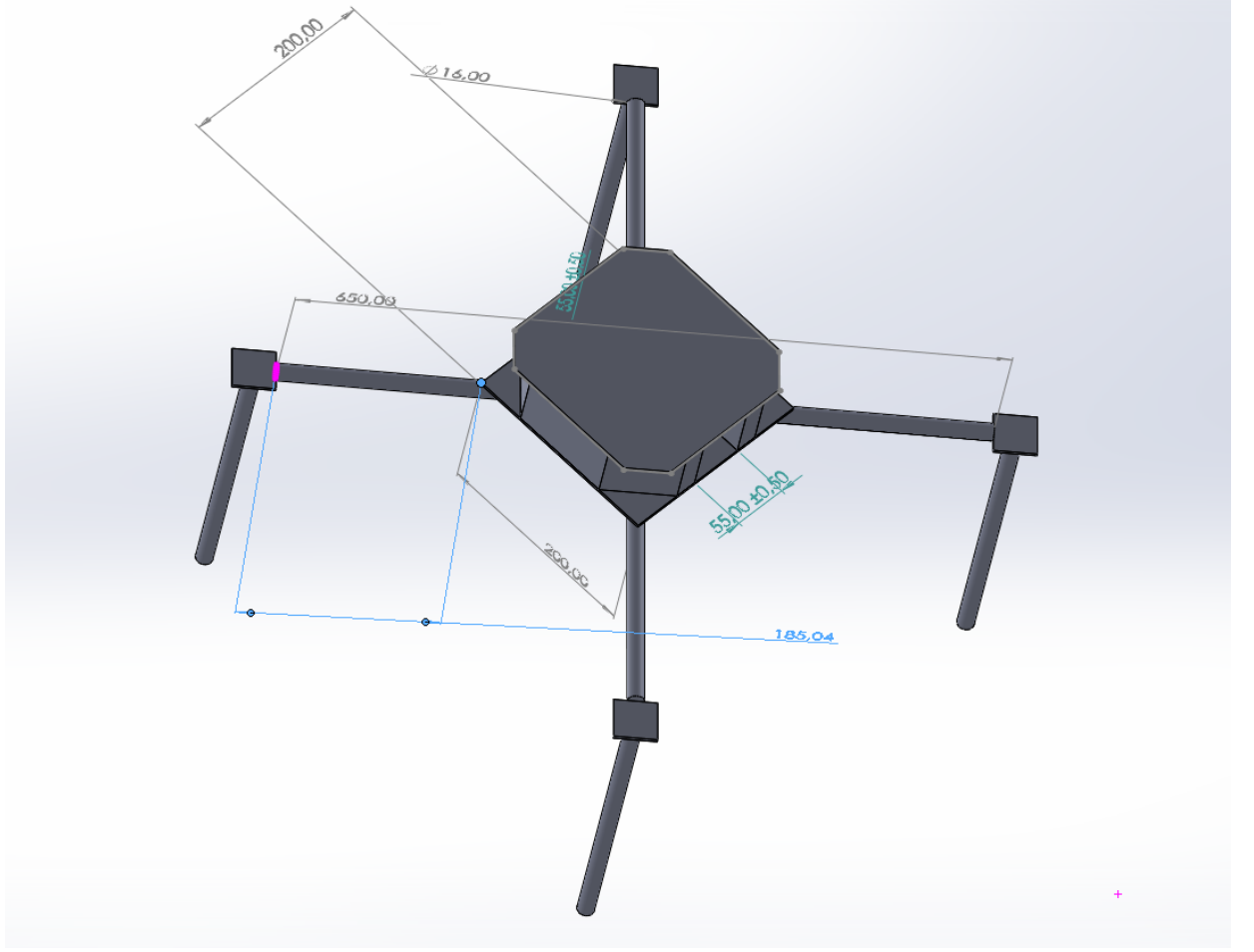




Şekil-9. Pil yuvasının üstü açık çizimi



Şekil-10. Bütün gövde yandan görünüm



Şekil-11. Bütün gövde üstten görünüm

Elektronik malzemelerin birçoğu en üst plakaya yerleştirilecektir. Pil yuvasının olmadığı diğer yan bölgelerin birisi sigorta birisi PDB için kullanılacaktır. Kol birleşimleri dörtlü dirsek kullanılarak yapılacak ve gövdenin köşelerine gelen kısımlardan gövdeye montaj edilecektir. Gövde dengeli şekilde toplam 5 noktadan desteklenmiş olacaktır ve ağırlık merkezi gövdenin ortasında korunmuş olacaktır.